Lane Medical Library 1892

Über indirekte Beleuchtung.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Medizin und Chirurgie,

welche

mit Genehmigung der hohen medizinischen Fakultät
der vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

zugleich mit den Thesen

Montag, den 30. Mai 1892 vormittags 10 Uhr

öffentlich verteidigen wird

Franz Menning
approbirter Arzt aus Sassendorf in Westphalen.

Referent: Herr Prof. Dr. **Renk.**

Opponenten:
Herr **Fr. Pelzer,** approb. Arzt, Herr **J. Kuipers,** cand. med.

(Separatabdruck aus dem „Gesundheits-Ingenieur", Bd. XV, Nr. 9.)

München 1892.
Druck von R. Oldenbourg.

Über indirekte Beleuchtung.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Medizin und Chirurgie,

welche

mit Genehmigung der hohen medizinischen Fakultät
der vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

zugleich mit den Thesen

Montag, den 30. Mai 1892 vormittags 10 Uhr

öffentlich verteidigen wird

Franz Menning
approbirter Arzt aus Sassendorf in Westphalen.

Referent: Herr Prof. Dr. **Renk.**

Opponenten:
Herr **Fr. Pelzer,** approb. Arzt, Herr **J. Kuipers,** cand. med.

(Separatabdruck aus dem „Gesundheits-Ingenieur", Bd. XV, Nr. 9.)

München 1892.
Druck von R. Oldenbourg.

Imprimatur:

Professor RENK

h. t. Decanus.

Den lieben Eltern

in Dankbarkeit.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153703_0069

Unter den für das Zustandekommen der Schulkurzsichtigkeit verantwortlich zu machenden Ursachen steht die ungenügende Beleuchtung wohl der Bedeutung nach obenan. Mangel an Helligkeit zwingt beim Lesen und Schreiben zu gröfserer Annäherung des Auges an das Papier oder des Buches an das Auge, und verursacht so unserem Sehorgane eine erhöhte Anstrengung seines Accomodationsapparates, verbunden mit stärkerer Convergenz der Augenachsen, beides Momente, die bei langer Dauer und häufiger Wiederholung die pathologischen Veränderungen, wie sie am kurzsichtigen Auge gefunden werden, bedingen.

Die Erkenntnis dieser Ursachen hat schon manche erfreuliche Fortschritte gezeitigt, wenigstens ist es heutzutage möglich, den Schulräumen eine Tagesbeleuchtung zu geben, welche den Forderungen der Hygiene entspricht; die grofse Lichtmenge im Tageslichte, welche kostenlos zu Gebote steht, vereinfacht die Aufgabe in den meisten Fällen, ausgenommen in engen Strafsen, dahin, dafs nur genügend grofse Öffnungen für den Eintritt des Tageslichtes angebracht werden müssen und diese an richtiger Stelle;

dagegen ist die künstliche Beleuchtung im grofsen und ganzen recht weit hinter den Forderungen der Hygiene zurückgeblieben.

Berücksichtigt man nur den Beleuchtungseffekt — die Nebenwirkungen der künstlichen Beleuchtung können hier füglich aufser Betracht bleiben — so wird man bei Untersuchung der verschiedenen Hörsäle in Volksschulen, Gymnasien, Hochschulen etc. meist eine ungenügende Helligkeit auf den Tischen und Wandtafeln konstatieren können, wie dies erst kürzlich für die Auditorien des Universitätsgebäudes und der medizinischen Institute in Halle a. S. durch Herrn Professor Renk[1]) geschehen ist; es ist dies auch ganz erklärlich, denn bei dem Mangel von photometrischen Methoden für die Messung der Helligkeit beleuchteter Flächen, welcher Mangel erst in den letzten Jahren durch die Konstruktion des Weber'schen Photometers behoben wurde, war die Hygiene bislang nicht in der Lage, die zu fordernde Helligkeit zahlenmäfsig zu bestimmen und zu kontrolieren, und so konnte der Kostenpunkt zumeist ausschlaggebend werden, zumal die Beurteilung des Effektes dem subjektiven Ermessen überlassen werden mufste, das, wenn überhaupt eine Abschätzung statt fand, sich wohl in der Regel mit einigen Leseproben von kurzer Dauer befriedigte.

Aufser dem mangelhaften Effekte in Bezug auf die erzeugte Helligkeit hängen aber den meisten Schulsaalbeleuchtungen noch andere auf optischem Gebiete liegende Fehler an. Zumeist wird ja die

[1]) Über die künstliche Beleuchtung von Hörsälen. Preisverkündigungsprogramm der Universität Halle a. S. 1892.

künstliche Beleuchtung in Auditorien durch eine Mehrzahl von Flammen, in einiger Entfernung über den Köpfen der Schüler angebracht, bewirkt. Die Verteilung ist dabei notwendigerweise eine solche, dafs ein Teil der Zuhörer beim Sehen nach der Tafel oder nach dem Vortragenden einige Flammen sehen mufs und so geblendet wird. Ferner erzeugen die Lampen Schatten der schreibenden Hand oder des Kopfes oder des ganzen Oberkörpers, die umsomehr, da die einzelnen Schatten je nach der geringeren oder gröfseren Entfernung der sie erzeugenden Lichtquellen verschiedene Intensität besitzen, das Auge überanstrengen. Auch in Bezug auf die Verteilung des Lichtes beobachtet man recht grofse Abweichungen von dem Ideale, welches für jeden Arbeitsplatz die gleiche Lichtmenge bieten würde; ich will hier nur als Beispiel anführen, dafs in einem von Prof. Renk (l. c.) untersuchten Auditorium der hiesigen Universität auf einer sechssitzigen Bank folgende Helligkeiten gemessen wurden:

8,4; 12,7; 45,8; 74,9; 16,9; 11,0

Meterkerzen; in einem anderen Falle:

10,1; 11,5; 59,2; 51,8; 13,8; 9,1

Meterkerzen [1]). Die im Vergleiche mit den Eckplätzen übermäfsigen Helligkeiten der mittleren Plätze erklären sich in diesen Fällen aus der Verwendung innen blank polierter Lampenschirme über den Argandbrennern; diese selbst hingen über der Mitte der betreffenden Bänke.

---

[1]) Unter Meterkerze hat man sich die Helligkeit einer weifsen Fläche zu denken, welche aus einer Entfernung von 1 m von einer Normalkerze beleuchtet ist.

Ebenso wie Lampenschirme und Reflektoren das Licht nach unten werfen, reflektieren sie auch die Wärmestrahlen nach unten, und so ergibt sich bei der gewöhnlichen Art der Beleuchtung von Schulen das üble Dilemma, dafs die Wärmestrahlung einerseits dazu zwingt, einen bestimmten Abstand der Lampen von den Köpfen der Schreibenden einzuhalten, während andererseits eine gröfsere Annäherung der Lampen einen besseren Beleuchtungseffekt zur Folge haben würde.

Es sind dies lauter Fehler, welche die Tagesbeleuchtung nicht besitzt, zum Mindesten nicht in dem Mafse, wie die künstliche; es ist daher als eine zu lösende Aufgabe anzusehen, letztere der ersteren ähnlicher zu machen. Dieses Ziel wird natürlich nur mit bedeutenden Einschränkungen zu erreichen sein; so wird man in der Regel darauf verzichten müssen und auch können, ähnliche Helligkeiten in Schulräumen zu erzielen, wie sie das Tageslicht bietet; auch werden, da zur Zeit die allgemeine Verwendbarkeit der elektrischen Beleuchtung aus naheliegenden Gründen noch unthunlich erscheint, zunächst noch die Nebenwirkungen der auf Verbrennung beruhenden Beleuchtungsarten, die Wärmeentwicklung und die Produktion von Verbrennungsprodukten besondere Vorkehrungen erheischen; dagegen kann man daran denken, einen Hauptunterschied zwischen Tageslicht und künstlichem Licht, der in der Art der Lichtstrahlen begründet ist, zu beseitigen und damit dem Ideale näher zu gelangen.

Ein durchgreifender Unterschied zwischen Tageslicht und Lampenlicht liegt darin, dafs ersteres aus diffusen Lichtstrahlen zusammengesetzt ist, während bei der üblichen Lampenbeleuchtung der Effekt

vorwiegend durch die direkt von der Flamme ausgehenden, also direkten Lichtstrahlen erreicht wird. Die Aufgabe ist daher die, das direkte Licht der künstlichen Beleuchtungskörper in diffuses Licht umzuwandeln.

Um dieses Ziel zu erreichen, hat man in neuerer Zeit weifse, daher viel Licht reflektierende Flächen unter den Lampen angebracht, welche die Lichtstrahlen nicht in die unteren Teile der beleuchteten Räume, daher auch nicht in die Augen der Anwesenden gelangen lassen, sondern erst an die Decke werfen, von wo aus sie dann vollkommen diffus sich nach allen Seiten hin verbreiten. Derartige Einrichtungen scheinen zuerst an elektrischen Bogenlampen versucht worden zu sein; wenigstens berichtet Burgerstein[1]), dafs auf der elektrischen Ausstellung in Paris 1881 diese Art von Beleuchtung zu sehen war, und dafs dieselbe in Wien in der Anatomie und im kgl. Gewerbemuseum praktisch durchgeführt ist. Herr Prof. Renk hat mir mitgeteilt, dafs er in Leipzig zwei Zeichnungssäle, wovon einer der allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft in Berlin gehörig, in gleicher Weise beleuchtet gesehen hat, und dafs der subjektive Eindruck ein überaus überraschender sei. Es sind dort unter den Bogenlampen, welche in diesem Falle frei, d. h. ohne Milchglasumhüllungen brennen, trichterförmige, innen weifs lackierte Metallreflektoren angebracht; von keiner Stelle im Raume können daher die dort sich Aufhaltenden in die Flammen sehen, die Decke ist der hellste Teil des Zimmers nebst den obersten Teilen der Wände; auf den Arbeitstischen

[1]) Zeitschrift für Schulgesundheitspflege. B. 2.

findet sich genügend Licht, um selbst feine Zeichnungen auszuführen, dabei fehlt jeder Schatten.

Das Verdienst, für Schulzwecke die indirekte Beleuchtung zuerst verwendet zu haben, gebührt aber jedenfalls Professor Erismann in Moskau[1]). In der Abteilung für Schulhygiene auf der Ausstellung der Gesellschaft für Beförderung der Arbeitsamkeit in Moskau im Jahre 1888 hatte er das Modell eines Musterschulzimmers aufgestellt, in welchem die indirekte Beleuchtung praktisch demonstriert war; doch waren hier nicht elektrische Bogenlampen, sondern Petroleumlampen als Lichtquellen verwendet. Aufser diesem Modelle waren gleichzeitig auch zwei Versuchszimmer von gleicher Gröfse eingerichtet, deren eines direkte Beleuchtung mittels Petroleumlampen hatte, während im anderen die indirekte Beleuchtung ebenfalls mit Petroleumlampen durchgeführt war; diese beiden Räume dienten vergleichenden Versuchen. Das Urteil der Besucher der Ausstellung fiel einstimmig zu Gunsten der indirekten Beleuchtung aus: nirgends im Zimmer gab es eine Spur von Schatten; das Lesen gewöhnlicher Druckschrift war überall im Raume gleich gut möglich, auch weibliche Handarbeiten, mit Ausnahme des Nähens schwarzer Zeuge gingen gut von statten. Die durch den Assistenten des hygienischen Institutes in Moskau, Herrn Dr. Boubnoff angestellten Messungen der Helligkeit mittels des Weber'schen Photometers ergaben als Hauptresultat eine aufserordentlich gleichmäfsige Verteilung des Lichtes in einer horizontalen Ebene gegenüber der direkten Beleuchtung; ferner den Mangel

[1]) Zeitschrift für Schulgesundheitspflege. 1888, S. 354.

an Schatten bei indirekter Beleuchtung, während bei der direkten folgende Effekte der Schatten festgestellt wurden:

Helligkeit eines Schreibheftes ohne Beschattung 8,2 Meterkerzen,
„ „ im Halbschatten der schreibenden Hand 2,6 Meterkerzen,
„ „ „ vollen Schatten der schreibenden Hand 1,5 Meterkerzen.
„ „ „ Schatten des Kopfes 4,6 Meterkerzen.

Es sind dies Verluste bis zu 82 %.

Leider lassen die mitgeteilten Messungen kein Urteil darüber zu, ob die Helligkeit, und zwar die auf den Arbeitsplätzen, bei indirekter Beleuchtung ebensogrofs war, wie bei direkter, ob nicht etwa grofse Verluste an Helligkeit durch die wiederholte Reflexion der Lichtstrahlen entstehen. Diese Frage müfste vor allem entschieden werden, bevor die weitere Frage, ob die Abänderung bestehender direkter Beleuchtungseinrichtungen in indirekte nicht etwa eine bedeutende Erhöhung der Lichtproduktion und damit erhöhte Betriebskosten erfordert; denn es liegt auf der Hand, dafs die zu leistende Helligkeit auf den Schulbänken keinesfalls unter das zulässige Minimum herabsinken darf.

Herr Prof. Renk hat mir die Möglichkeit gegeben, diese Frage auf Grund messender Versuche an einem praktischen Beispiele näher zu untersuchen. Der Hörsaal des hygienischen Institutes war bei der Einrichtung im Jahre 1889 mit einer Beleuchtung mittels vier Regenerativbrenner, System Butzke, versehen worden, welche so nahe an der Decke

aufgehangen waren, dafs die aus ihnen entweichenden Verbrennungsprodukte sofort in Öffnungen in der Decke eintreten, in den darüber liegenden Raum

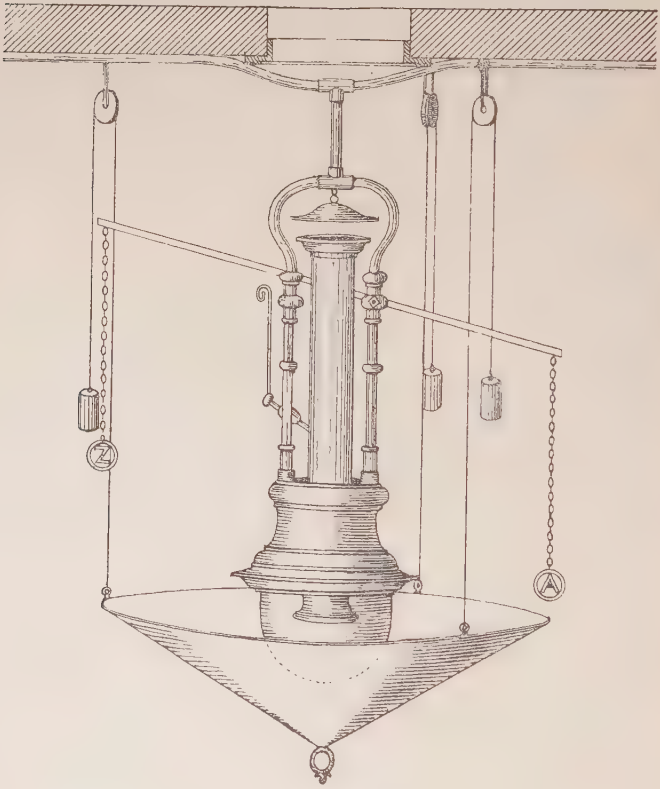

Fig. 1.

entweichen und so die Ventilation des Hörsaales unterstützen konnten. Die nach unten brennenden Flammen befanden sich daher 2,8 m über den Tischplatten der Subsellien. Die Wirkung dieser

Brenner wurde verstärkt durch ringförmige Milchglas-Reflektoren über ihnen. Die Verteilung war derartig gewählt, dafs sie ein Rechteck von 11 qm einschlossen, während der Hörsaal selbst eine Grundfläche von 28,8 qm besitzt. Die Helligkeit war nach früher von Professor Renk ausgeführten Untersuchungen etwas mehr als 10 M.K. im Durchschnitte, daher als genügend anzusehen. Als Nachteil hatte sich allerdings bald nach der Eröffnung der Vorlesungen gezeigt, dafs die auf den hinteren Bänken Sitzenden beim Sehen nach der Wandtafel oder aufgehängten Karten trotz der ungewöhnlichen Höhe von den Lampen geblendet wurden; dem wurde aber durch Anbringung mattierter Glaskugeln, an Stelle der nicht mattierten abgeholfen, wenn auch nicht ganz; die Helligkeit der Lampen war immer so grofs, dafs auf der matt gehaltenen schwarzen Wandtafel Reflexe entstanden, welche das Lesen erschwerten.

An diesen Lampen wurde nun eine Reihe von Veränderungen zur Erzielung einer indirekten Beleuchtung, jedoch so ausgeführt, dafs immer wieder die alte direkte Beleuchtung leicht angebracht werden konnte und so vergleichende Messungen möglich waren. Zunächst sollte die direkte Beleuchtung ganz nach dem Muster der von Erismann getroffenen Einrichtung abgeändert werden. Nachdem die mittlere Helligkeit auf den Tischplatten der Subsellien und des Experimentiertisches ermittelt war (siehe unten), wurden die Milchglasreflektoren über den Flammen entfernt und unter den Lampen Reflektoren aus Weifsblech aufgehangen. Für die Form dieser war einmal die Forderung, dafs von keinem Platze aus die Flammen selbst gesehen werden dürfen,

maſsgebend, dann aber auch, daſs sie möglichst viel Licht an die Decke reflektieren sollten; war die erstere Forderung nur erreichbar durch eine Kegelform, so bedingte die letztere einen möglichst groſsen Öffnungswinkel. Die Reflektoren wurden also kegelförmig mit einem Öffnungswinkel von 120° hergestellt; die Grundfläche bekam einen Durchmesser von 0,6 m. Durch die Aufhängung an Schnüren, welche über Rollen an der Decke liefen und mit Gegengewichten beschwert waren (Fig. 1 S. 12), war die Möglichkeit gegeben, die Reflektoren in verschiedene Entfernungen zur Flamme zu bringen. Die Innenfläche war mit weiſser Ölfarbe gestrichen und lackiert.

Es sei zunächst der subjektive Eindruck der neuen Beleuchtung geschildert und sofort betont, daſs derselbe von Allen, die sie zum erstenmale sahen, als sehr überraschend bezeichnet wurde. Der Hörsaal erschien in zwei übereinander liegende verschieden hell erleuchtete Teile, beide scharf voneinander getrennt, geteilt; die obere Partie, etwa ein Viertel der Höhe, hell, die unteren Teile düster. Dieser düstere Eindruck veranlaſste wohl bei der Mehrzahl der Besucher die Meinung, es werde zum Lesen und Schreiben zu dunkel sein, doch wich dieser Zweifel, wenn versucht wurde, in den Bänken sitzend zu lesen oder zu schreiben. Das Überraschendste war jedoch der Mangel jeglichen Schattens, das Fehlen von Reflexen auf der Wandtafel, die Unmöglichkeit in die Flammen zu sehen und die Beseitigung strahlender Wärme, welche bei der direkten Beleuchtung von Personen mit dünner Behaarung lästig befunden worden war. Eine rein subjektive Beurteilung der neuen Beleuchtung muſste demnach ein zufriedenstellendes Resultat

ergeben, wie denn auch die Mitglieder der 23. Sektion der 65. Naturforscherversammlung zu Halle im Vorjahre übereinstimmend bezeugten; wenn etwas zu bemängeln war, so war es nur der düstere Eindruck der unteren Zimmerhälfte.

Wesentlich andere Resultate förderten die von mir ausgeführten Helligkeitsmessungen zu Tage. Ich führte diese mittels des Weber'schen Photometers aus und beschränkte mich auf die Helligkeit auf den Schreibflächen der Subsellien und auf dem Experimentiertische; auf diese kommt es ja namentlich an. Einige orientierende Versuche zeigten alsbald, dafs es zur Erreichung eines Durchschnittswertes nicht nötig war, auf allen Plätzen Messungen auszuführen; wenn nur die Eckplätze und einige in der Mittellinie befindlichen Plätze gemessen waren, konnte ein brauchbarer Mittelwert daraus berechnet werden.

Ich bemerke, dafs im Hörsaale sieben Subsellien zu je sieben Sitzen stehen, dafs sie nur schmale Gänge an den Seitenwänden und vorne gegen den 20 cm höher stehenden Experimentiertisch hin frei lassen, während die letzte Bank an der Rückwand des Hörsaales ansteht.

Bei den Messungen wurde stets so verfahren, dafs erst sämtliche rechts gelegenen Eckplätze untersucht wurden, dann folgten die Mittelplätze der ersten, dritten, fünften und siebenten Bank, diesen die linken Eckplätze von Bank eins bis sieben und endlich zwei Plätze auf dem Experimentiertische; im Ganzen also 20 Messungen; das Photometer wurde auf einem Brette befestigt und auf ein ebenda befindliches Stück weifses Papier eingestellt; das Ganze wurde von einem Platze zum anderen getragen.

Nachfolgende Tabelle I enthält die Ergebnisse eines Vergleiches der direkten Beleuchtung mit der indirekten mittels Metallschirmen.

Tabelle I.

Beleuchtungsintensität bei direkter und indirekter Beleuchtung.

Ort der Messung	Direkte Beleuchtung	Indirekte Beleuchtung
	M.-K.	M.-K.
Rechter Eckplatz 1. Bank	19,28	7,33
„ „ 2. „	—	7,20
„ „ 3. „	17,53	7,58
„ „ 4. „	—	7,58
„ „ 5. „	25,29	7,58
„ „ 6. „	—	7,58
„ „ 7. „	16,58	6,97
Mitte 1. „	20,05	7,58
„ 3. „	18,55	8,28
„ 5. „	25,57	8,59
„ 7. „	19,09	7,71
Linker Eckplatz 1. „	22,66	7,45
„ „ 2. „	—	7,71
„ „ 3. „	19,28	7,85
„ „ 4. „	—	8,13
„ „ 5 „	26,15	7,58
„ „ 6. „	—	7,45
„ „ 7. „	19,09	6,74
Experimentiertisch rechts	24,73	7,45
„ links	24,73	7,45
Dunkelster Platz	26,15	8,59
Hellster Platz	16,58	6,74
Differenz	9,57	1,85
Mittlere Helligkeit	21,33	7,64

Als Hauptresultat dürfte die Thatsache anzusehen sein, dafs bei der indirekten Beleuchtung die durchschnittliche Helligkeit sehr herabgesetzt wird; die Abnahme von 21,33 M.K. bei direkter Beleuchtung auf 7,64 M.K. bedeutet einen Verlust an Helligkeit von 64,2 %, also fast zwei Drittel! Wollte man die frühere Helligkeit unter Beibehaltung des Lampensystemes und der indirekten Beleuchtung herbeiführen, so müfste die Zahl der vorhandenen Lampen etwa verdreifacht werden, ein Verlangen, welches, wenn es auch gestellt würde, an dem Kostenpunkte notwendig scheitern müfste.

Weiterhin zeigt die Tabelle, dafs im vorliegenden Falle die vorher mehr als genügende Helligkeit so stark vermindert wurde, dafs sie nicht mehr als genügend angesehen werden kann. Bei der direkten Beleuchtung hatte auch der dunkelste Platz noch eine Helligkeit von 16,58 M.K.; bei indirekter zeigte nicht einmal der hellst beleuchtete Platz 10 M.K., sondern nur 8,59 M.K.

Diesem Mifsstande stehen wohl andererseits der Mangel an Schatten, das Fehlen von Reflexen, von belästigender Wärmestrahlung und die Unsichtbarkeit der Flammen, sowie die gleichmäfsige Verteilung des Lichtes auf den Tischen, als Vorzüge gegenüber; den letzteren Punkt anlangend, geht aus Tabelle I hervor, dafs die Differenz in den Helligkeiten des bestbeleuchteten und des dunkelsten Platzes

bei direkter Beleuchtung 9,57 M.K.
„ indirekter „ „ nur 1,85 M.K.

betrug; der Unterschied ist im letzteren Falle so gering, dafs er ohne Photometer überhaupt nicht erkannt werden kann, während ein Unterschied von 10 M.K. (genauer 9,57 M.K.) schon sehr in die Augen

fällt. Die Verteilung des Lichtes kann daher bei der neuen Beleuchtung als eine möglichst gleichmäfsige bezeichnet werden.

Fasse ich die Ergebnisse des ersten Versuches zusammen, so waren dieselben recht wenig ermutigend, denn die erste an eine Beleuchtungsart zu stellende Forderung, nämlich genügender Helligkeit, war durch die neue Beleuchtung keineswegs erfüllt; es hatte sich herausgestellt, dafs die entwickelte Lichtmenge bei direkter Beleuchtung viel besser ausgenützt wurde; die vorher mehr als genügende Helligkeit war durch die Umwandlung des direkten Lichtes in diffuses infolge mehrmaliger Reflexion auf ein Drittel herabgesunken. Derartig bedeutende Verluste können natürlich durch die gefundenen Vorzüge nicht kompensiert werden.

Trotzdem wäre es verfehlt gewesen, nach einem ersten Mifserfolge die indirekte Beleuchtung für unbrauchbar zu erklären; es wurde vielmehr versucht, den bedeutenden Verlust an Licht zu vermindern, was auch bis zu einem gewissen Grade gelungen ist.

Zunächst mufste gesehen werden, ob es nicht möglich war, durch Vermehrung der lichtreflektierenden Flächen des Hörsaales den Beleuchtungseffekt zu erhöhen; der Hörsaal war bei der Begründung des Institutes in folgender Weise ausgemalt worden: die Decke rein weifs; die Wände von oben bis zu einer Entfernung von 1,5 m vom Boden weifs mit einem gelblichen Tone; der Sockel hellbraun in Ölfarbe. Thüren und Fensterrahmen blieben, wie früher braun maseriert; die Tischplatten der Subsellien und des Experimentiertisches wurden schwarz gemalt. Auf letzteren Umstand ist der erwähnte düstere Eindruck zurückzuführen, den man beim Eintritte in den

beleuchteten Saal erhielt; alle die braunen und schwarzen Flächen in den unteren Teilen des Raumes absorbierten Licht; wurden sie durch weifse ersetzt, so mufste Helligkeit gewonnen werden.

Tabelle II.

Beleuchtungsintensität im weifs gemalten Hörsaale.

Ort der Messung	Direkte Beleuchtung	Indirekte Beleuchtung
	M.-K.	M.-K.
Rechter Eckplatz 1. Bank	22,41	8,75
„ „ 2. „	22,41	8,75
„ „ 3. „	20,46	8,91
„ „ 4. „	23,17	9,25
„ „ 5. „	31,63	9,25
„ „ 6. „	22,66	9,25
„ „ 7. „	18,20	8,43
Mitte 1. „	21,31	9,43
„ 3. „	21,97	10 00
„ 5. „	22,91	10,20
„ 7. „	19,85	8,75
Linker Eckplatz 1. „	24,45	8,75
„ „ 2. „	23,68	9,08
„ „ 3. „	22,91	9,25
„ „ 4. „	28,70	9,08
„ „ 5. „	33,29	9,25
„ „ 6. „	28,36	8,91
„ „ 7. „	21,75	8,59
Experimentiertisch rechts	25,57	9,25
„ links	24,45	9,08
Hellster Platz	33,29	10,20
Dunkelster Platz	18,20	8,43
Differenz	15,09	1,77
Mittlere Helligkeit	24,01	9,11

Von dieser Annahme ausgehend, liefs Herr Prof. Renk den Hörsaal weifs ausmalen; Decke, Wände, Thüren, Fensterrahmen, Subsellien und Experimentiertisch wurden weifs bemalt, an den Fenstern weifse Rouleaux angebracht, die jedesmal bei Beleuchtung herabgelassen werden und so viel Licht zurückhalten, das ohne sie durch die Fenster entweichen würde. Der Effekt dieser Neuerung geht aus Tabelle II (S. 19) hervor.

Wie ersichtlich, hat die weifse Ausmalung des Hörsaales eine deutlich erkennbare Erhöhung der Helligkeit zur Folge gehabt; sowohl bei direkter Beleuchtung, als auch bei der indirekten wurde eine höhere durchschnittliche Helligkeit konstatiert, ohne dafs an den Lampen irgend etwas verändert worden wäre. Vergleicht man in dieser Beziehung Tabelle I und II, so ergibt sich ein Helligkeitszuwachs

für die direkte Beleuchtung von 12,6 %
„ „ indirekte „ „ „ 19,2 %.

Die vorgenommenen Veränderungen mufsten naturgemäfs der indirekten Beleuchtung in höherem Mafse zu statten kommen, als der direkten. Infolge davon reduzierte sich auch der Verlust an Licht nach Ersatz der direkten Beleuchtung durch die indirekte von 64,2 % (Tabelle I) auf 62,5 %.

Einen weiteren Gewinn an Helligkeit brachte eine Veränderung an den Lampen, welche diese, ohne den Gaskonsum zu erhöhen, lichtkräftiger machte. Bei der Installierung der Beleuchtung vor zwei Jahren waren die zur Abdichtung dienenden Asbestringe, welche zwischen die Glasglocken und die sie haltenden Metallringe eingelegt werden sollten, vergessen worden; es konnte daher hier kalte Luft eindringen

und wurde dadurch der Effekt der Lampen reduziert. Als dieser Fehler beseitigt war, brannten die Flammen, ohne mehr Gas zu konsumieren, mit weifserer und intensiverer Flamme, und stieg dabei die mittlere Helligkeit auf

27,05 M.K. bei direkter Beleuchtung und
10,76 M.K. bei indirekter Beleuchtung.

Im Zusammenhalte mit dem Ergebnis in Tabelle I bedeutet das einen Helligkeitsgewinn

von 26,8 % bei direkter Beleuchtung und
von 40,8 % bei indirekter Beleuchtung.

Immerhin blieb die mittlere Helligkeit bei der indirekten Beleuchtung auch in diesem Falle noch um 60,2 % hinter dem Effekte der direkten zurück, was unter Berücksichtigung der ökonomischen Seite der Frage als übermäfsig grofser Verlust anzusehen ist. Es mufste daher gesucht werden, auch noch auf eine andere Weise, ohne Erhöhung des Gaskonsums und ohne Veränderung der produzierten Lichtmenge bessere Erfolge zu erzielen, denn die Thatsache, dafs durch die beschriebenen Veränderungen die mittlere Helligkeit etwas gröfser, als 10 M.K. (10,76 M.K.) und damit „genügend“ geworden war, konnte noch nicht befriedigen.

Hierzu bot sich noch eine Möglichkeit in dem Ersatze des Materiales der Reflektoren durch ein für Licht durchgängiges. Milchglas, Überfangglas, mattgeätztes Glas, Papier machen das durch sie hindurchgehende Licht diffus, und da ja die Aufgabe die war, mittels diffusen Lichtes zu beleuchten, so konnte daran gedacht werden, die Reflektoren aus solchem durchlässigen Materiale herzustellen. Mit Rücksicht auf den Etat des Institutes ordnete Herr Prof. Renk erst

einen Versuch mit Reflektoren aus Papier an; einfache Drahtgestelle von gleicher Form und Gröfse wie die Metallreflektoren wurden mit kräftigem Schreibpapier überzogen und an Stelle jener gesetzt.

Tabelle III.

Beleuchtungsintensität bei direkter und indirekter Beleuchtung. Papierreflektoren.

Ort der Messung	Direkte Beleuchtung	Indirekte Beleuchtung
	M.-K.	M.-K.
Rechter Eckplatz 1. Bank	21,97	10,41
„ „ 2. „	20,05	10,41
„ „ 3. „	18,55	9,62
„ „ 4. „	21,52	10,00
„ „ 5. „	23,17	10,62
„ „ 6. „	21,52	10,00
„ „ 7. „	16,44	8,43
Mitte 1. „	20,05	10,00
„ 3. „	20,25	10,41
„ 5. „	23,17	10,84
„ 7. „	20,05	9,25
Linker Eckplatz 1. „	19,66	10,00
„ „ 2. „	17,86	9,62
„ „ 3. „	19,46	9,80
„ „ 4. „	23,17	10,62
„ „ 5. „	24,73	10,41
„ „ 6. „	21,31	9,08
„ „ 7. „	20,05	8,91
Experimentiertisch rechts	21,97	10,84
„ links	25,29	9,43
Hellster Platz	25,29	10,84
Dunkelster Platz	16,44	8,43
Differenz	8,85	2,41
Mittlere Helligkeit	21,01	9,94

Ein Vergleich der Helligkeiten bei direkter Beleuchtung und bei indirekter Beleuchtung mit Papierschirmen ergab die Resultate der Tabelle III.

Ich mufs an dieser Stelle einschalten, dafs in der Tabelle III, wie in den nachfolgenden Tabellen für die direkte Beleuchtung meist geringere Durchschnittshelligkeiten angegeben sind, als oben angeführt wurde; es hängt dies damit zusammen, dafs sowohl Gasdruck, als auch Leuchtkraft des Hallenser Leuchtgases im Laufe des Tages sehr schwanken. Da ich nicht immer zur Zeit des höchsten Gasdruckes Messungen machen konnte, und da zusammenhängende Versuchsreihen, wie sie noch geschildert werden, mehrere Stunden zu beanspruchen pflegten, so war ich genötigt auch während der Vormittagsstunden zu arbeiten, bei niederem Gasdrucke und meist auch geringerer Leuchtkraft des Gases; wenigstens habe ich wiederholt an einem Schnittbrenner bei gleichem Gasverbrauche Morgens 6,6 Kerzen und Abends 7,7 Kerzen Helligkeit gemessen. Derartigen Vorkommnissen mufste dadurch Rechnung getragen werden, dafs je zwei Versuchsreihen, welche zu Vergleichszwecken dienen sollten, unmittelbar hintereinander angestellt wurden.

Eine oberflächliche Betrachtung der Tabelle III könnte zu dem Schlusse verleiten, dafs die Papierreflektoren keinen Vorzug vor denen aus Metall besitzen, denn die durchschnittliche Helligkeit war eher kleiner, 9,94 gegenüber 10,76 M.K., wie sie schon bei den Metallreflektoren gefunden worden war; ein ansehnlicher Vorzug zu Gunsten der ersteren ergibt sich aber dann, wenn man die mittlere Helligkeit von 9,94 M.K. zu der ceteris paribus gemessenen Helligkeit bei direkter Beleuchtung in Verhältnis setzt.

Es ergibt sich dann die erfreuliche Thatsache, dafs der Lichtverlust nicht mehr 60,2% wie für die Metallschirme gefunden war, sondern nur mehr 52,7 % beträgt, somit eine weitere Verminderung erfahren hatte, welche nur ermuntern konnte, auf dem betretenen Wege fortzuschreiten.

In einer anderen Versuchsreihe, welche die drei Beleuchtungsarten unmittelbar hintereinander zum Gegenstande hatte, deren Resultate aber in extenso mitzuteilen der Raum verbietet, wurden folgende Durchschnittshelligkeiten gefunden:

bei direkter Beleuchtung	22,07 M.K.
„ Beleuchtung m. Metallreflektoren	7,73 „
„ „ „ „ Papierreflektoren	10,05 „

Der Helligkeitsverlust berechnet sich danach

für die Metallreflektoren auf	64,9 %
„ „ Papierreflektoren „	54,4 %

Es war damit erwiesen, dafs durch Verwendung transparenter Materialien die indirekte Beleuchtung wesentlich verbessert werden konnte, und so wurde denn auch im Hörsaale des hygienischen Institutes die Beleuchtung entsprechend abgeändert.

Papier konnte für eine bleibende Beleuchtung nicht in Betracht kommen, denn abgesehen von seiner Zerreifslichkeit bräunte es sich auch schon nach mehreren Versuchen infolge der intensiven Erwärmung und verlor dadurch an Fähigkeit, Licht zu reflektieren und durchzulassen. Es war also nur an eine Glassorte zu denken, Milchglas oder Überfangglas, von welcher aber gefordert werden mufste, dafs sie möglichst viel Licht durchlasse, gleichzeitig aber auch möglichst viele Lichtstrahlen reflektiere. Vergleicht

man verschiedene Milchglas- und Überfangglassorten bei auffallendem Lichte bezüglich ihrer weifsen Farbe (Reflexionsfähigkeit) und dann bei durchfallendem Lichte auf ihre Transparenz, so läfst sich leicht erkennen: je weifser eine Glassorte im auffallenden Lichte erscheint, um so weniger durchlässig ist sie, und je transparenter eine Sorte aussieht, um so mehr nähert sich ihre Farbe dem Grau. Wollte man also auf die Fähigkeit der Reflexion nicht verzichten, so mufste eine mittlere Milchglassorte gewählt werden.

Nach getroffener Auswahl unter etwa sechs Sorten wurden aus dem gewählten Überfangglase Reflektoren konstruiert, die naturgemäfs nicht mehr Kegelform haben konnten, sondern eine Pyramide bilden mufsten. Die Seitenflächen der Pyramide wurden so ausgestaltet, dafs die der Spitze der Pyramide gegenüberliegende Seite Bogenform erhielt, so dafs der fertige Reflektor an einen aus sechs Blättern zusammengesetzten Blumenkelch erinnert. Diese Modifikation sollte bewirken, dafs die scharfe Scheidung des Raumes in eine obere hellere und eine untere dunklere Hälfte durch eine horizontale Linie beseitigt würde und hat, wie vorausgeschickt werden kann, diesen Zweck auch erfüllt. Die Kanten der Pyramiden wurden von schmalen Messingbändern gebildet, auf denen die Glasscheiben aufruhen; die Aufhängung ist die gleiche, wie bei den anderen Reflektoren. Schon die subjektive Beurteilung der Neuerung liefs deutlich erkennen, dafs damit eine wesentliche Verbesserung erreicht war. Der Hörsaal sieht jetzt viel heller beleuchtet aus, als zu Zeiten der Metallreflektoren; der Unterschied in den Helligkeiten der oberen und unteren Zimmerhälfte ist wesentlich verringert, wozu der

Wegfall der horizontalen Grenze nicht unerheblich beiträgt.

Tabelle IV.

Beleuchtungsintensität bei verschiedenen Beleuchtungsarten.

Ort der Messung	Direkte Beleuchtung	Indirekte Beleuchtung mit Reflektoren aus		
		Metall	Papier	Überfangglas
	M.-K.	M.-K.	M.-K.	M.-K.
Rechter Eckplatz 1. Bank	27,38	11,07	13,48	17,53
„ „ 2. „	24,73	11,07	13,17	16,44
„ „ 3. „	23,93	11,30	13,48	16,44
„ „ 4. „	27,06	10,84	13,17	17,86
„ „ 5. „	30,12	10,84	13,79	18,37
„ „ 6. „	27,38	10,20	12,59	16,44
„ „ 7. „	21,75	9,25	10,62	13,50
Mitte 1. „	28,70	11,79	13,79	18,37
„ 3. „	26,45	11,54	12,59	16,44
„ 5. „	29,40	10,84	12,88	18,91
„ 7. „	24,45	10,62	12,05	15,86
Linker Eckplatz 1. „	28,36	10,62	12,88	19,28
„ „ 2. „	26,15	10,84	12,59	17,86
„ „ 3. „	25,29	10,84	13,17	16,73
„ „ 4. „	26,75	10,84	13,17	18,72
„ „ 5. „	29,40	10,84	12,88	18,72
„ „ 6. „	26,45	10,20	12,59	18,72
„ „ 7. „	23,17	9,08	10,84	15,86
Experimentiertisch rechts	32,04	11,30	13,17	18,37
„ links	32,04	11,30	13,48	19,28
Hellster Platz	32,04	11,79	13,79	19,28
Dunkelster Platz	21,75	9,08	10,62	13,50
Differenz	10,29	2,71	3,17	5,78
Mittlere Helligkeit	27,05	10,76	12,82	17,48

Alle Teile des Raumes sind hell erleuchtet und doch findet das Auge nichts Blendendes, mag es auf den Tisch oder nach der Wandtafel oder nach dem Vortragenden oder selbst nach den Lampen blicken. Ebenso erfreulich gestalteten sich auch die messenden Versuche. Statt vieler sei hier nur eine aus zwei Versuchsreihen zusammengesetzte Tabelle mitgeteilt und bemerkt, dafs auch die übrigen Reihen gleiche Resultate ergeben haben. Tabelle IV enthält die Zahlen, welche an zwei aufeinanderfolgenden Tagen erhalten worden sind; am ersten wurde die direkte Beleuchtung und die indirekte mit Metallschirmen mit einander verglichen, am anderen Tage direkte und indirekte erst mit Papierschirmen, dann mit Milchglasreflektoren. Da an beiden Tagen die direkte Beleuchtung nahezu identische Zahlen ergeben hatte, konnten beide Versuchsreihen zu einer Tabelle vereinigt werden.

Die Tabelle gestattet nach dem im Vorausgehenden Gesagten eine Vergleichung der vier, unter gleichen Verhältnissen untersuchten verschiedenen Beleuchtungsarten.

Fafst man zunächst die mittlere Helligkeit ins Auge, so wird schon aus den absoluten Zahlen ersichtlich, wie wesentlich die indirekte Beleuchtung durch die Verwendung transparenter Reflektoren verbessert wurde. Während die Metallreflektoren aus der gleichen Lichtmenge nur eine Helligkeit von 10,76 M.K. auf den Tischen erzeugten, ermöglichten schon Papierschirme eine bessere Ausnützung, in viel höherem Mafse aber die Milchglasschirme. Die im letzteren Falle erzielte Helligkeit ist 62,5 % gröfser, als bei Metallschirmen. Dementsprechend ist auch der Helligkeitsverlust bei

Verwendung der Milchglasschirme im Vergleiche zur direkten Beleuchtung wesentlich kleiner. Setzt man die mittlere Helligkeit bei direkter Beleuchtung gleich 100, so beträgt der Verlust bei indirekter Beleuchtung

mit Metallschirmen	60,2 %
„ Papierschirmen	52,6 %
„ Milchglasschirmen	35,4 % oder rund:

ein Drittel der Helligkeit.

Sodann lassen die Versuche erkennen, dafs im vorliegenden Falle die indirekte Beleuchtung nur bei Verwendung von transparenten Schirmen ein einigermafsen günstiges Resultat ergab, indem die Helligkeit nicht nur im Durchschnitte, sondern auch auf allen Plätzen mehr, als 10 M.K. betrug, bei Milchglasschirmen sogar mehr, als 13,5 M.K. Es fragt sich daher, ob angesichts dieser Thatsache der Verlust von ein Drittel der möglichen Helligkeit toleriert werden kann.

Ich möchte diese Frage mit Ja beantworten; die Beleuchtung des Hörsaales gibt gegenwärtig mehr, als die „genügende" Helligkeit, sie bietet aber auch alle schon früher geschilderten Vorzüge der indirekten Beleuchtung. Vor Allem ist es nicht möglich, die Flammen selbst zu sehen; das Licht wird als sehr wohlthuend und mild empfunden; Schatten sind so gut wie nicht vorhanden; Reflexe auf der Wandtafel fehlen ganz, auch die Wärmestrahlung ist unfühlbar gemacht. Alle diese Vorteile wiegen für die hygienische Betrachtung so schwer, dafs man recht wohl sich den Verlust von 35 % an Helligkeit gefallen lassen kann, umsomehr, da wir im gewöhnlichen Leben bei manchen Beleuchtungseinrichtungen auch gröfsere

Verluste ruhig hinnehmen, ohne ein Wort zu verlieren, indem Milchglasglocken und Teller oder Augenschützer, wie Cohn nachgewiesen hat, manchmal bis zu 60 % Licht absorbieren. Herr Prof. Renk ist ebenfalls dieser Meinung beigetreten, indem er sich entschlofs, die indirekte Beleuchtung mittels Milchglasreflektoren für seinen Hörsaal beizubehalten; die während des abgelaufenen Wintersemesters in den Vorlesungen gemachten Erfahrungen haben sowohl auf Seite des Vortragenden, als auch seiner Hörer vollauf befriedigt.

Tabelle IV ist aber auch noch in anderer Beziehung von Interesse; sie zeigt, wie mit Zunahme der Helligkeit die Verteilung des Lichtes eine ungleichmäfsigere wird. Die Differenz zwischen den Helligkeiten des dunkelsten und hellsten Platzes ist nämlich am geringsten bei den Metallschirmen, gröfser bei den Glasreflektoren und am gröfsten bei direkter Beleuchtung.

Man kann daraus schliefsen, dafs, wenn man etwa versuchen wollte, durch Verwendung noch durchlässigeren Glases, etwa mattierten Glases den Verlust an Licht noch weiter herabzudrücken, mit anderen Worten eine noch gröfsere Helligkeit zu erzielen, man sich damit der direkten Beleuchtung mit ihren Fehlern wieder nähern würde.

Ähnlich steht es bezüglich der Verhinderung störender Schatten.

Bei indirekter Beleuchtung mit Metallreflektoren fehlten solche ganz; sie traten aber bei Milchglasreflektoren wieder auf, wenn auch bei Weitem nicht so scharf, wie bei direkter Beleuchtung, sie sind hier mehr verschwommen und viel weniger tief,

als dort, so dafs sie nicht als störend empfunden werden.

Unter Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse steht die neue Beleuchtung ziemlich in der Mitte zwischen einer direkten und einer indirekten, ausschliefslich durch reflektiertes Licht erzeugten. Diese beiden Beleuchtungsarten kann man als Extreme ansehen, deren jedes gewisse Vorteile und Nachteile besitzt. Welche Beleuchtungart in einem gegebenen Falle zu wählen sein wird, dafür dürfte schliefslich der Kostenpunkt den Ausschlag geben. Die Hygiene wird immer die Forderung genügender Helligkeit in den Vordergrund stellen müssen; gestatten die vorhandenen Mittel nur eine direkte Beleuchtung, welche eben genügt, d. h. eine Helligkeit von 10 M.K. gewährleistet, so wird man in der Praxis sich mit einer solchen begnügen müssen. Sind jedoch grofse Lichtmengen disponibel, wie z. B. im elektrischen Bogenlichte, so wird man sich für das andere Extrem entschliefsen können, für eine indirekte Beleuchtung mit Metallreflektoren, sofern nur eine mehr als genügende Helligkeit nach Verlust von zwei Dritteln der möglichen Gröfse übrig bleibt. In sehr vielen Fällen aber, wie in dem vorliegenden, wird es zweckmäfsiger sein, den Mittelweg einzuschlagen und eine Beleuchtung zu wählen, welche die Helligkeit keinesfalls unter die festgesetzte Grenze von 10 M.K. sinken läfst und dabei die Vorzüge der indirekten Beleuchtung voll besitzt; im vorliegenden Falle hat sich die neue Beleuchtung wohl realisieren lassen; ich glaube aber, dafs auch in minder günstig gelagerten Fällen sich die direkte durch eine indirekte Beleuchtung wird ersetzen lassen; es ist nämlich durch die Beseitigung

der störenden Wärmestrahlung möglich gemacht, die Beleuchtungskörper tiefer zu hängen und damit Helligkeit zu gewinnen.

Ich schliefse damit meine Mitteilungen; äufsere Verhältnisse sind es, die mich zwingen, die Untersuchungen abzubrechen; wohl bin ich mir bewufst, dafs noch eine Reihe von Fragen einer experimentellen Bearbeitung harrt, bevor es möglich sein wird, ein abschliefsendes Urteil über die indirekte Beleuchtung abzugeben; immerhin glaube ich jetzt schon auf Grund meiner Versuche die indirekte Beleuchtung insbesondere für Schulsäle, Auditorien, Zeichnungssäle u. dergl. Räume bestens empfehlen zu können. Die Vorteile, welche sie bietet, sind in erster Linie die Unmöglichkeit, in die Flammen zu sehen, und damit die Verhütung lästiger Blendungserscheinungen; sodann der milde und deshalb den Augen wohlthuende Charakter der Beleuchtung bei Abwesenheit grofser Beleuchtungskontraste; die gleichmäfsige Verteilung des Lichtes auf den Tischen, welche auch für sonst schlecht beleuchtete Plätze unter Umständen genügende Helligkeit zu gewähren im Stande ist; ferner der Mangel störender Schatten, störender Reflexe auf der Wandtafel, und endlich die Beseitigung der Wärmestrahlung — alles Vorteile, welche die indirekte Beleuchtung so recht als das Ideal einer Schulbeleuchtung erkennen lassen und schwer genug wiegen, um den Preis zu rechtfertigen, um den sie erkauft werden müssen, nämlich einen Verlust an Helligkeit in der Höhe von mindestens ein Drittel. Es mufs weiteren Versuchen vorbehalten bleiben, festzustellen, ob nicht noch weitere Ersparungen an Licht gemacht werden können; zu meinem gröfsten Bedauern

ist es mir nicht vergönnt, die anschliefsenden Versuche selbst auszuführen.

Es erübrigt mir daher nur noch meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Renk, für die Überweisung der Arbeit und die gedeihliche Förderung der Untersuchungen meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Thesen.

I.

Die indirekte Beleuchtung ist der bisher üblichen direkten durchaus vorzuziehen.

II.

Ein sogenanntes »Milchfieber« der Wöchnerinnen giebt es nicht.

III.

Die Scoliosenbehandlung mittels Gypscorsets ist wenig empfehlenswert.

Lebenslauf.

Ich, *Franz Menning,* geboren am 27. Oktober 1867 zu Sassendorf i. Westfalen, als Sohn des Schuhmachermeisters *Franz Menning* daselbst, katholischer Konfession, erhielt meine Vorbildung auf dem Archigymnasium zu Soest i. Westfalen, welches ich 1887 mit dem Zeugnis der Reife verliefs, um mich dem Studium der Medizin zu widmen. Im Sommersemester 1887 studierte ich in München, darauf drei Semester lang in Berlin, wo ich am 20. Februar 1889 das tentamen physicum bestand. Ostern 1889 siedelte ich nach Halle über, wo ich bis zur Beendigung meiner Studien verblieb. Vom 1. April bis 1. Oktober 1889 leistete ich daselbst meiner Dienstpflicht mit der Waffe genüge. Das Staatsexamen beendete ich am 1. April 1892, das examen rigorosum bestand ich am 14. März 1892.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen, Kurse und Kliniken folgender Herren Professoren und Dozenten:

in Halle:

Ackermann, v. Bramann, Bunge, Gräfe, Harnack, v. Herff, Hessler, Hitzig, Kaltenbach, Kohlschütter, Krause, Kromeyer, v. Mering, Oberst, Pott, Renk, Schwartze, Schwarz, Seeligmüller, Weber;

in Berlin:

du Bois-Reymond, Hartmann, v. Helmholtz, v. Hofmann, F. E. Schulze, Schwendener, Virchow, Waldeyer;

in München:

Lommel, Rüdinger.

Allen diesen Herren, seinen hochverehrten Lehrern, spricht Verfasser seinen herzlichsten Dank aus.